



Mikroaaltokuivauksen turvallisuus

Mikroaaltokuivaimien käyttö on yleistynyt rakennusten kosteus- ja vesivahinkojen korjauksessa. Kuivaimen toiminta perustuu mikroaaltosäteilyn käyttöön.

Jos kuivainta käytetään väärin, on mahdollista, että käyttäjä tai sivullinen joutuu säteilykeilaan ja altistuu voimakkaalle mikroaaltosäteilylle. Säteily voi aiheuttaa lyhyessä ajassa vaikeita palovammoja.

Mikroaaltokuivausta käytetään kostuneiden betoni- ja tiilirakenteiden kuivaukseen. Mikroaaltosäteily ohjataan kuivaimella kastuneeseen rakenteeseen, jossa vesi höyrystyy säteilyn vaikutuksesta ja poistuu höyrynä ulos.

Mikroaaltosäteily on sähkömagneettista aaltoliikettä, joka imeytyy tehokkaasti vesipitoisiin aineisiin ja muuttuu niissä lämmöksi. Mitä suurempi vesi- ja suolapitoisuus on, sitä voimakkaammin aalto vaimenee aineessa edetessään.

Mikroaaltokuivurissa säteily tuotetaan kuten mikroaaltouunissa, eli 2450 megahertsin (MHz) taajuudella toimivalla magnetronilla.

KUIVUREIDEN ERI TYYPIT

Kuivureita on kahta tyyppiä: tasokuivuri ja antennikuivuri. Tasokuivuri on yleisimmin käytetty malli. Antennikuivuria käytetään paksujen, yli 30 senttimetriä paksujen seinien kuivaukseen.



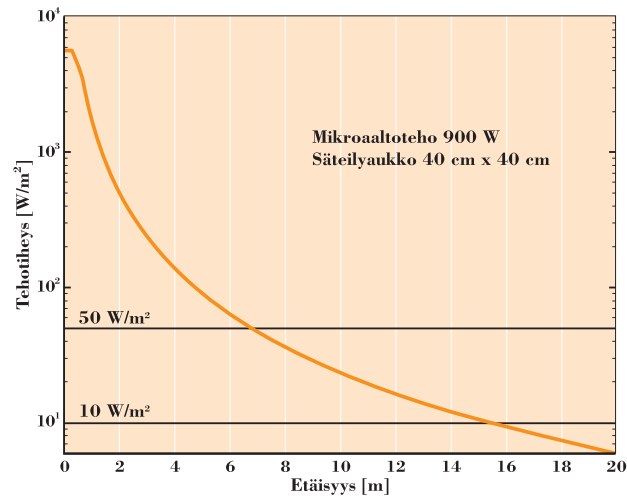
Mikroaaltosäteilyvaaran varoituskilpi

Tasokuivuri muodostuu yhdestä tai useammasta erillisestä kuivainyksiköstä. Yhdessä kuivainyksikössä on magnetroni, jonka synnyttämä mikroaaltoteho ohjataan avoimesta säteilyaukosta kuivattavaan kohteeseen.

Aukko on yleensä 10–40 senttiä pitkä ja 5–40 senttiä leveä. Kuivainyksikön

tuottama mikroaaltoteho on noin 1 kilowatti (kW), joka pyritään jakamaan mahdollisimman tasaisesti säteilyaukkoon. Tasokuivuri voidaan asettaa siten, että säteilyaukko on suoraan lattian päällä tai seinää vasten.

Antennikuivuri koostuu erillisestä mikroaaltoteholähteestä, siitä lähtevästä koaksiaalikaapelista sekä kaapelin päässä olevasta noin kolmen sentin pituisesta sauva-antennista. Antenni työnnetään betoniseinään porattuun reikään, jossa se levittää mikroaaltotehoa ympäröivään betoniin.



Tyypillisen tasokuivurin mikroaaltosäteilyn tehotiheys ilmassa säteilyaukon edessä.

Aukossa tehotiheys on yli 5000 wattia neliometriä kohden (W/m²) ja noin 1,5 m etäisyydellä 1000 W/m². Työsuojeluraja 50 W/m² alittuu vasta noin 7 metrin ja väestöraja 10 W/m² 15 metrin etäisyydellä.

SÄTEILYVAARA KUIVAUKSEN AIKANA

Tasokuivurin säteily on vaarallisen voimakasta lähellä säteilyaukkoa tai antennia. Yllä olevassa kuvassa on esitetty tasokuivurin aiheuttaman mikroaaltosäteilyn voimakkuus ilmassa eri etäisyyksillä säteilyaukosta.

Rakennusmateriaalit vaimentavat merkittävästi säteilyä. Mitä paksumpi ja kosteampi seinä on, sitä enemmän säteily vaimenee (kuva seuraavalla sivulla). On huomattava, että kuivumisen edistyessä säteily lisääntyy seinän takana ja lattian alla.

Antennikuivurin säteily on yleensä yli 20 senttimetrin etäisyydellä antennista huomattavasti heikompaa kuin tasokuivurin säteily. Samoin sivulle ja taakse suuntautuva hajasäteily on usein vähäisempää. Toisaalta lähietäisyydellä säteily on hyvin voimakasta. Esimerkiksi koskettaminen antenniin voi aiheuttaa pahan palovamman ennen kuin koskettaja ehtii reagoida lämmöntunteeseen.

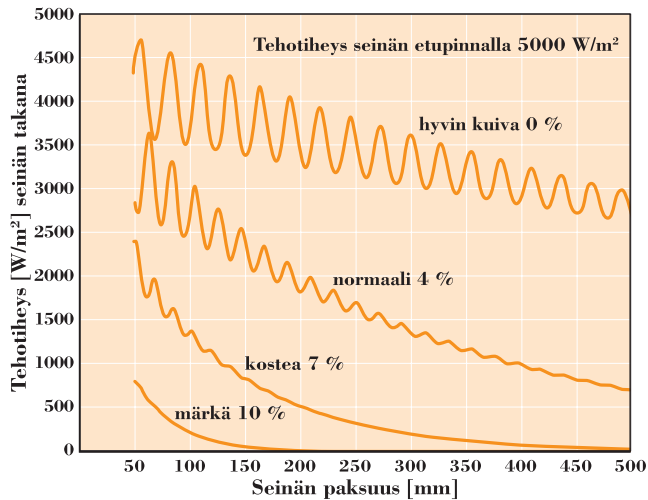
Mikroaaltokuivurit aiheuttavat myös sivulle ja taakse suuntautuvaa hajasäteilyä. Tasokuivurin hajasäteily lisääntyy, kun etäisyys kuivurin säteilypinnan ja kuivattavan pinnan välillä kasvaa. Kuivattava aine ikään kuin imee säteilyä. Sen johdosta on tärkeää, että laite on mahdollisimman tiukasti kuivattavaa pintaa vasten. Monissa tasokuivureissa on rajakytkin, joka sammuttaa mikroaaltotehon, kun laite irtoaa pinnasta. Rajakytkin on tärkeä suojaväline.

Mikroaaltosäteilyn leviämistä kuivattavan pinnan toiselle puolelle voidaan tehokkaasti estää hyvin johtavalla, yhtenäisellä, metallisella suojafoliolla. Se asetetaan joko lattian tai seinän toiselle puolelle. Nurkassa olevan tasokuivurin viereinen seinä voidaan



Kuvat: Madison Avenue Oy

Mikroaaltosäteilyn mittaaminen kuivattavan kohteen läheisyydessä.



Tyypilliselle tasokuivurille laskettu mikroaaltosäteilyn tehotiheys betoniseinän takana. Betoniraudoituksen mahdollista vaikutusta mikroaaltosäteilyn vaimenemiseen ei ole otettu huomioon laskuissa.

suojata myös laitteen puolelta. Mitä suurempi folio on, sitä paremmin se suojaa. Lattian alapuolella olevan folion reunasta on hyvä olla vähintään 30 senttimetrin etäisyys säteilyaukkoon. On huomioitava, että heijastusten, suoran hajasäteilyn tai muiden syiden johdosta säteilyä voi kulkeutua folion reunan yli, vaikka itse säteilyaukko olisikin peitossa.

MIKROAALTOSÄTEILYN VAIKUTUKSET IHMISEEN

Mikroaaltosäteily yhdistetään usein virheellisesti radioaktiivisten aineiden ja röntgenlaitteiden aiheuttamaan ionisoivaan säteilyyn. Mikroaallot ja ionisoiva säteily ovat kuitenkin luonteeltaan ja vaikutuksiltaan täysin erilaiset. Käytännössä suurin ero on siinä, että mikroaalloilla ei ole hitaasti kertyviä pitkäaikaisia säteilyvaikutuksia. Säteilyvaurio syntyy vasta kun säteilyn tehotiheys ylittää tietyn kynnystason (taulukko takasivulla).

Mikroaaltokuivureiden aiheuttama säteily on samantyyppistä kuin matkapuhelimien ja tukiasemien aiheuttama säteily.

Mikroaaltosäteily vaimenee varsin voimakkaasti ihmisen kehossa, jossa

on paljon suolapitoista vettä. Käytännössä säteily tunkeutuu merkittävästi vain noin 2–5 senttimetrin syvyyteen. Siten vain kehon pintaosat joutuvat suoralle säteilylle alttiiksi ja lämpenevät sisempiä osia enemmän.

Voimakkaan mikroaaltosäteilyn voi aistia lämmöntunteena tai jopa kipuna iholla; tuntokynnys on ihoalueesta riippuen 300–600 wattia neliometriä kohden (W/m^2). Kipukynnys ylittyy alle minuutissa, kun tehotiheys on yli $10\,000\text{ W/m}^2$. Kipukynnyksen ylittyminen on uhkaava merkki palovammasta. Mikroaaltosäteilyn aiheuttamalle palovammalle on ominaista, että ihon alla sijaitsevat kudokset vaurioituvat. Koska lämpöä aistivat solut ovat ihon pinnassa, ei lämpöaistimus välttämättä varoita riittävän ajoissa.

Suhteellisen pitkäaikaisessa ja voimakkaassa (yli 30 minuuttia ja yli 100 W/m^2) altistumisessa lämpöä siirtyy verenkierron ja johtumisen välityksellä myös kehon sisäosiin kuormittaen kehon lämmönsäätelyjärjestelmää. Eläinkokeiden perusteella tiedetään, että tehotiheyden ollessa noin 1000 W/m^2 elimistön lämmönsäätelyjärjestelmä voi pettää muutamassa tunnissa.

Mikroaaltosäteilyn tunnetuin haittavaikutus on harmaakaihin kehittyminen. Silmän mykiön solut ovat jonkin verran herkempiä lämmölle, ja lisäksi mykiöstä puuttuu monia muita kudoksia tehokkaasti jäähdyttävä verenkierto. Myös kivekset voivat olla muita kudoksia herkempiä lämmölle.

Mikroaaltosäteilyllä saattaa olla myös muita kuin lämpenemisestä aiheutuvia vaikutuksia. Eräät soluviljelmillä ja koe-eläimillä tehdyt tutkimukset viittaavat siihen, että mikroaaltosäteily saattaa vaikuttaa tilapäisesti esimerkiksi geenien ja entsyymien toimintaan sekä solukalvojen läpäisevyyteen ja niiden pinnalla oleviin reseptorimolekyyleihin. Nämä muutokset ovat yleensä olleet varsin vähäisiä, eivätkä useinkaan merkittävästi poikkeaa soluissa normaalistikin esiintyvistä vaihteluista.

Pysyviä DNA-muutoksia ja kromosomivaurioita ei mikroaaltosäteily näytä kykenevän aikaansaamaan eikä tilastollisissa väestötutkimuksissa tai eläinkokeissa ole voitu osoittaa, että mikroaaltosäteily lisäisi riskiä sairastua syöpään.

Mikroaaltokuivauksen turvallisuus

Tasokuivureiden mikroaaltosäteilyn terveydellisiä vaikutuksia erilaisissa altistumistilanteissa

Tehotiheys (W/m ²)	Tilanteet	Vaikutukset
10 000	käsi säteilyaukossa	palovamma muutamassa sekunnissa, kovaa kipua
1000	oleskelu ohuen ja kuivan betoniseinän takana	harmaakaihi tunnissa, lämmönsäätely voi pettää koko kehon altistuessa
100	altistuminen hajasäteilylle	ei aistimusta, ei vaikutuksia 40 cm:n etäisyydellä taka- ja sivusuuntaan
10	altistuminen hajasäteilylle	ei aistimusta, ei vaikutusta

MIKROAALTOSÄTEILYÄ KOSKEVIA MÄÄRÄYKSIÄ JA OHJEITA

- Säteilylaki (592/91)
- Ionisoimattoman säteilyn valvonnasta annettu asetus (1306/93)
- Sosiaali- ja terveysministeriön (STM) päätös ionisoimattoman säteilyn enimmäisarvoista (1474/91) (uusittavana, julkaistaan STM:n asetuksena)
- Työturvallisuuslaki (299/58).

Sosiaali- ja terveysministeriön päätöksessä vahvistettu mikroaaltosäteilyn tehotiheyden enimmäisarvo taajuusalueella 2–300 GHz on työntekijöille 50 W/m² ja muulle väestölle 10 W/m². Mikroaaltokuivausta suorittaviin työntekijöihin kohdistuvan mikroaaltosäteilyn tehotiheys ei saa olla yli 50 W/m² eikä kuivattavan kiinteistön asukkaisiin tai muihin sivullisiin kohdistuvan mikroaaltosäteilyn tehotiheys saa olla yli 10 W/m².

Mikroaaltosäteilyn yksiköt

Mikroaaltokuivurien säteilyn taajuus on 2450 MHz (miljoonaa hertsiä) ja aallonpituus ilmassa 12,2 cm. Yksi hertsi tarkoittaa yhtä värähdystä sekunnissa.

Mikroaaltosäteilyn voimakkuus ilmoitetaan yksikössä W/m² (wattia neliometriä kohden). Usein käytetään myös yksikköä mW/cm².

$$1 \text{ mW/cm}^2 = 10 \text{ W/m}^2$$

Kertomalla tehotiheys ihmisen poikkipinta-alalla saadaan karkea arvio siitä, kuinka paljon säteilytehoa kehoon imeytyy. Esimerkiksi jos oletetaan, että poikkipinta-ala on 0,5 m² ja tehotiheys on 50 W/m², niin kehoon imeytyvä kokonaisteho olisi 0,5 x 50 = 25 W. Käytännössä tästäkin heijastuu puolet pois. Vertailun vuoksi mainittakoon, että aineenvaihdunta tuottaa keskikokoisessa ihmisessä lämpöä pienimmillään 70 W ja reippaassa liikunnassa jopa yli 300 W.



Ionisoimattoman säteilyn laboratorio
Huhtikuu 2001

Säteilyturvakeskus
PL 14, 00881 Helsinki
puh. (09) 759 881, faksi (09) 759 88 500
www.stuk.fi

ASUKASTIEDOTE**KIINTEISTÖSSÄ TEHDÄÄN
MIKROAALTOKUIVAUSTA**

- Kiinteistössä kuivataan kostuneita rakenteita mikroaaltokuivurilla
(missä/milloin):

- Kuivauksen suorittaja on eristänyt alueen. Alueen ulkopuolella säteilyn teho ei ylitä voimassa olevia määräyksiä. Säteilyvaara-alueen ulkopuolella mikroaaltosäteily ei ole terveydelle haitallista.
- Kuivauksen aikana säteilyä valvotaan säännöllisin mittauksin.
- Säteilyvaara-alue on merkitty, ja kiinteistön asukkaiden turvallisuus kuivauksen aikana on varmistettu vähintään yhdellä seuraavista tavoista:
 - ☐ alueelle johtavat kulkureitit on lukittu
 - ☐ kuivauksen suorittajan nimeämä työntekijä valvoo aluetta henkilökohtaisesti
 - ☐ kuivuri on varustettu säteilyn automaattisesti katkaisevalla turvalaitteella.
- Säteily ei aiheuta vaara-alueen ulkopuolella lämmöntunnetta tai muita havaittavia aistimuksia tai tuntemuksia. Sydämentahdistin tai jokin muu kehoon asennettu aktiivinen istute voi häiriintyä. Tämä on kuitenkin harvinaista. Tahdistimen kantajan on kuitenkin syytä välttää sellaisia alueita, joilla esiintyy laitehäiriöön viittaavia tuntemuksia.
- **Voimakas mikroaaltosäteily voi aiheuttaa vaikeita palovammoja erityisesti, jos laitteen säteilyä lähettävään osaan kosketetaan.**

Lisätietoja:

(yhteystiedot)

TURVALLISUUSOHJEITA KUIVAUSTYÖN TEKIJÄLLE

1. Työnantaja tai itsenäinen työsuorittaja huolehtii siitä, että kuivaimia käyttää vain sellainen henkilö, joka on perehtynyt niiden käyttöön, mikroaaltosäteilyvaaraan, säteilyn mittaamiseen sekä kuivaimien omiin käyttöohjeisiin.
2. Kuivaimet on varustettava mikroaaltosäteilyvaarasta kertovilla kilvillä.
3. Kuivaimiin saa kytkeä mikroaaltotehon vasta sitten, kun ne on asianmukaisesti asetettu kuivausasettoon kuivattavan kohteen pintaa vasten. Lisäksi on varmistettava, että kuivaimet pysyvät tukevasti ja tiiviisti paikoillaan kuivauksen aikana. Mikroaaltoteho on katkaistava ennen kuivaimien ottamista pois kuivattavalta pinnalta.
4. Työnantaja tai itsenäinen työsuorittaja huolehtii siitä, että altistumisen enimmäisarvoja (50 W/m^2 työntekijöille ja 10 W/m^2 väestölle) ei ylitetä. Työskentely on kielletty työntekijöiden säteilyvaara-alueella ja sivullisten pääsy väestön säteilyvaara-alueelle on estettävä tehokkaasti.
5. Ensisijaisesti on pyrittävä siihen, että väestön säteilyvaara-alue tyhjennetään ja lukitaan. Aluetta voi valvoa myös kuivauksen suorittajan nimeämä mikroaaltokuivaukseen perehtynyt henkilö. Jos nämä valvontamenetelmät eivät ole mahdollisia, säteilyvaara-aluetta on valvottava luotettavalla automaattisesti toimivalla (esim. infrapunasäteeseen perustuvalla) turvalaitteella, joka on kytketty mikroaaltokuivaimen toimintaan. Tällaisen turvalaitteen tulee olla sellainen, että sen viallisuus voidaan välittömästi havaita tai vika kytkee mikroaaltotehon pois. Turvalaitteen toiminta on määräajoin tarkastettava.
6. Väestön säteilyvaara-alue (tehotiheys yli 10 W/m^2) ja työntekijöiden säteilyvaara-alue (tehotiheys yli 50 W/m^2) määritetään luotettavalla mikroaaltosäteilymittauksella. Tehotiheys mitataan Säteilyturvakeskuksen (STUK) hyväksymällä mittarityypillä. Mittarin toimintakunto on varmistettava aina ennen työn aloittamista. Kalibrointi suositellaan tehtäväksi kolmen vuoden välein tai aina, kun kalibroinnin epäilyn muuttuneen.
7. Väestön säteilyvaara-alue on merkittävä mikroaaltosäteilystä varoittavilla kilvillä. Aluetta on valvottava säännöllisin mittauksin, koska kuivauksen edistyessä säteily voi lisääntyä.
8. Mikroaaltokuivaukseen on oltava kuivattavan kiinteistön omistajan sekä huoneiston ja kuivattavan lattia- tai seinärakenteen takana olevan huoneiston asukkaiden suostumus.
9. Mikroaaltokuivauksesta ja siihen liittyvistä oleskelun rajoituksista on tiedotettava asukkaille ja työntekijöille kirjallisesti ja varmistettava, että nämä ovat saaneet tiedon.